

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**E.A.P. DE NUTRICIÓN**

**“Capacidad antioxidante del extracto acuoso de tres variedades tipo amarillo, naranja y morado de *Ipomoea Batatas* (camote).”**

**TESIS**

**Para optar el Título Profesional de Licenciada en Nutrición**

**AUTOR**

**Giovanna Julissa Valverde Acha**

**ASESOR**

**Luzmila Victoria Troncoso Corzo**

**Lima – Perú**

**2014**

Esta Tesis se ejecutó en el “Laboratorio de Bioquímica Clínica y Nutricional” del CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE BIOQUÍMICA Y NUTRICIÓN de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos con el Financiamiento del TERCER CONCURSO DE PROYECTOS DE ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE MEDICINA – UNMSM - 2005.

## DEDICATORIAS

***Para José Alberto Loayza Valverde, el protagonista de mi historia.***

***A José Luis Loayza Silva, mi mejor amigo, confidente y  
compañero de toda la vida.***

***A mi Grupo A, juntas somos insuperables.***

***A Jaime y Olinda por su esfuerzo y amor incondicional.***

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Dra Luzmila Troncoso  
A la Lic. Ivonne Bernui  
A mí querida Escuela de Nutrición UNMSM

# INDICE

<b>DEDICATORIAS</b> .....	i
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>INDICE</b> .....	v
<b>RESUMEN</b> .....	vi
<b>I.- INTRODUCCION</b> .....	1
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	13
2.2    Objetivos .....	13
2.2.1 Objetivo General .....	13
2.2.2 Objetivos específicos.....	13
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b> .....	14
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	17
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	21
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	24
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	25
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	26

## RESUMEN

**Objetivo general:** Determinar la capacidad antioxidante del extracto acuoso de camote en presencia de sistemas generadores de radicales libres.

**Materiales y métodos:** El tipo de estudio fue descriptivo, observacional, transversal, prospectivo. Los camotes de tres variedades tipo amarillo, naranja y morado fueron obtenidos por conveniencia el mismo día de la preparación de las muestras provenientes de la Costa del Perú. La muestra biológica fue el extracto acuoso de la pulpa de los camotes. Se examinó la capacidad antioxidante mediante 2 sistemas: el Sistema Ascorbato/Cu – II (Radical Hidroxilo) y el Sistema PMS/NBT/NADH (radical superóxido). **Resultados:** Durante la formación de *radicales hidroxilo* se obtuvo que a una concentración de 25 mg/ml de camote, en sus tres variedades, se logró disminuir la formación de radicales hidroxilo. Durante la formación de *radicales superóxido* se obtuvo que la variedad de *Ipomoea Batata* morada en sus tres concentraciones inhibió la formación de radicales superóxido. Dando un porcentaje de inhibición de 68% a una concentración de 37,5mg/ml. **Conclusiones:** A medida que aumenta la concentración de la muestra mayor será la acción antioxidante; es decir se reducirá la formación de malonaldehído. Al comparar las tres variedades de *Ipomoea Batata* se determinó que para ambos sistemas generadores de radicales libres la que obtuvo mejores resultados fue la variedad de I.B morada seguida por la variedad naranja y amarilla. Así también se observó que las tres variedades de *Ipomoea Batata* poseen una mayor acción antioxidante frente a radicales hidroxilos ampliamente conocidos por ser los más dañinos para el organismo humano.

**Palabras clave:** capacidad antioxidante, camote, radicales libres.

## SUMMARY

**General objective:** To determine the antioxidant capacity of the aqueous extract of sweet potato in the presence of free radical generating systems.

**Materials and methods:** The type of study was descriptive, observational, cross-sectional, prospective. Sweet potatoes kind of three varieties yellow, orange and purple were obtained for convenience on the day of the preparation of the samples from the coast of Peru. The biological sample was the aqueous extract of the pulp of the sweet potatoes. - II (Hydroxyl Radical) and the PMS / NBT / NADH (superoxide radical) System System Ascorbate / Cu: antioxidant capacity was examined using 2 systems. **Results:** During the formation of hydroxyl radicals was obtained at a concentration of 25 mg / ml in three sweet potato varieties was achieved decrease the formation of hydroxyl radicals. During the formation of superoxide radicals was obtained that the variety of dwelling in *Ipomoea Batata* three concentrations inhibited the formation of superoxide radicals. Giving a percentage inhibition of 68% at a concentration of 37.5 mg / ml. **Conclusions:** As the concentration of the sample will be greater antioxidant action; that is the formation of malonaldehyde be reduced. Comparing the three varieties of *Ipomoea Batata* was determined that for both free radical generating systems that performed better was the variety of dwelling IB followed by orange and yellow variety. So also it was observed that the three varieties of *Ipomoea Batata* have greater antioxidant action against widely known to be the most harmful to the human body hydroxyl radicals.

Keywords: antioxidant capacity, sweet potato, free radicals .

## I.- INTRODUCCION

En los últimos años del siglo XX se generó una verdadera revolución en el campo de las investigaciones relacionadas con el estrés oxidativo, sobre todo debido a la relación que se cree existe entre éste y el envejecimiento. Aunque este enigma aún no ha podido ser descifrado debidamente, no es menos cierto que si han salido a la luz otra serie de resultados, que permiten establecer que la mayoría de las enfermedades crónicas están muy implicadas con el desequilibrio entre los fenómenos de oxidación y reducción del cuerpo humano. <sup>(1)</sup>

En la actualidad la población en general busca consumir preparaciones en base a alimentos procesados o ultra procesados de fácil acceso, pero sin estar consciente de la calidad de la alimentación; en el 2011 según la Organización Mundial de la Salud en el Reporte sobre Enfermedades no Transmisibles (ENTs), en el Perú se calcula que las ENTs son la causa del 60% de las defunciones totales <sup>(2)</sup>; todo ello está altamente relacionado a la falta de una cultura de la alimentación sana. Es también bien sabido que estas enfermedades crónico degenerativas se asocian a la falta de consumo de antioxidantes en la dieta, ya que está muy documentado que una alta concentración de radicales libres en el ser humano acarrea desórdenes metabólicos de muy alto impacto, dando origen a enfermedades como diabetes mellitus, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, cataratas en los ojos y, principalmente, algunos tipos de cáncer. <sup>(3)</sup>

Una de las características que se deben resaltar sobre la preparación de los alimentos es la capacidad antioxidante de la materia prima; es por ello necesario estudiar la capacidad antioxidante de los alimentos.

En el mundo actual, el verdadero ejercicio de la libertad y la soberanía está en el conocimiento, se necesita la ciencia para acortar los límites de la barbarie y aumentar la capacidad para resolver los problemas. Un mejor estándar de vida puede lograrse en un país que disponga de recursos humanos altamente instruidos formados en centros capaces de crear conocimientos y de formar profesionales inteligentes que puedan innovar y crear.



Una de las funciones fundamentales de nuestra Universidad es propiciar la generación de nuevos conocimientos mediante la investigación científica, tecnológica, humanística y social.

El éxito de nuestro país no sólo se debe al buen manejo de las políticas macroeconómicas, a decisiones empresariales adecuadas o a oportunidades del mercado nacional e internacional, también dependen del conocimiento de las tecnologías pertinentes y de un personal técnico bien entrenado, es fundamental disponer de una capacidad científica y tecnológica actualizada que permita desarrollar y solucionar las mejores tecnologías disponibles, preparar los profesionales necesarios y tener un conocimiento profundo de los recursos y posibilidades. <sup>(4)</sup>

Basándonos que el estrés oxidativo es, en esencia, el efecto adverso que se produce en la sangre y los tejidos de los seres vivos cuando existe un incremento de la degradación de sus biomoléculas causado por radicales libres de oxígeno. Dicha lesión oxidativa, cuando se produce en moléculas de gran importancia biológica como proteínas, lípidos y ácidos nucleídos, puede conducir a la muerte celular.

Es por ello que es de gran relevancia la presente tesis, ya que a medida que aumentan nuestros conocimientos en el campo de la capacidad antioxidante de los alimentos y de los radicales libres, se pone en evidencia su gran implicación en los mecanismos patogénicos de muchas enfermedades, sobre todo en las de tipo crónico.

Según el Centro Nacional de Información sobre Biotecnología (NCBI) la clasificación taxonómica del camote es la siguiente <sup>(5)</sup>:

Reino: Plantae

Sub Reino: Embryophyta

División: Magnoliophyta

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Convolvulaceae

Género: Ipomoea L.

Serie: Batatas

Especie: *Ipomoea Batatas* (L.) Lam

Esta especie fue descrita por Linneo en 1753 como *Convolvulus Batatas*. Sin embargo, en 1791, Lamarck clasificó esta especie dentro del género *Ipomoea* basándose en la forma del estigma y a la superficie de los granos de pólen. Por lo tanto, el nombre fue cambiado a *Ipomoea Batatas* (L.) Lam <sup>(6)</sup>.

A pesar de su nombre, el camote no se relaciona con la papa. A diferencia de la papa, que es un tubérculo, o el tallo engrosado, el camote es una raíz de almacenamiento.

Aunque el sitio exacto del origen y domesticación del camote no ha sido bien definido todavía <sup>(7)</sup>; basado en el análisis de caracteres morfológicos del camote y de las especies silvestres del género *Ipomoea*, postuló que el origen del camote fue en un lugar de la región entre la península de Yucatán en México y la desembocadura del Rio Orinoco en Venezuela. Asimismo, el camote cuenta con centros secundarios de diversidad genética (áreas geográficas donde el cultivo evolucionó separadamente de sus ancestros) como la región comprendida entre nuestro Perú y el Ecuador. <sup>(8)</sup>

A nivel mundial, la Batata es el sexto cultivo alimenticio más importante después del arroz, el trigo, las papas, el maíz y la yuca. Pero en los países en desarrollo, es el quinto cultivo alimenticio más importante. Más de 105 millones de toneladas métricas se producen en el mundo cada año; 95% de las cuales se cultivan en países en desarrollo. <sup>(9)</sup>

El camote puede crecer en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 2500 metros de altitud. Se requiere menos insumos y menos mano de obra que otros cultivos como el maíz, y tolera condiciones marginales de cultivo (por ejemplo, los períodos de sequía, la pobreza del suelo).

Aunque sus orígenes se encuentran en América Latina; Asia es ahora la mayor región productora de camote en el mundo, con cifras que muestran más de 90 millones de toneladas producidas anualmente. China es el mayor productor y consumidor mundial de camote, donde se utiliza para la alimentación, alimentación animal y procesamiento (como la comida, el almidón y otros productos).

La importancia del camote como cultivo alimenticio está creciendo rápidamente en algunas partes del mundo. En el África subsahariana, se está superando la tasa de crecimiento de otros alimentos básicos.

El camote se utiliza tanto para el consumo humano y como una fuente saludable, barata de la alimentación animal. Estudios recientes sugieren que los animales alimentados con esquejes de camote altas en proteínas producen menos gas metano que con otros alimentos para animales, contribuyendo potencialmente una importante reducción en las emisiones globales perjudiciales.

El camote tiene una larga historia como un protector de la vida. Los japoneses lo utilizaron cuando los tifones demolieron sus campos de arroz. El camote mantuvo a millones de personas ante la hambruna plagada de China en la década de 1960 y llegó al rescate en Uganda en la década de 1990, cuando un virus asoló los cultivos de yuca.<sup>(9)</sup>

El camote produce más energía comestible por hectárea por día que el trigo, el arroz o yuca. Son una buena fuente de carbohidratos, fibra y micronutrientes. Las hojas y brotes, que también son comestibles, son una buena fuente de vitaminas A, C y B (riboflavina).

El camote es un alimento de alta energía, sus raíces tienen un contenido de carbohidratos totales de 25 a 30%, de los cuales el 98% es considerado fácilmente digestible. Es una fuente excelente de carotenoides de provitamina A. Recientes estudios del papel de la vitamina A y la fibra sobre la salud humana puede realzar aún más la imagen del camote. También es una fuente de vitamina C, potasio, hierro y calcio. El contenido de aminoácidos es bien balanceado, con un mayor porcentaje de lisina que el arroz o el trigo, pero un contenido limitado de leucina.<sup>(10)</sup>

El camote de pulpa naranja es una importante fuente de beta-caroteno (precursor de la vitamina A). Sólo 125 g de raíces frescas de la mayoría de las variedades de pulpa naranja contiene suficiente beta-caroteno para proporcionar las necesidades de provitamina A diarias de un niño en edad preescolar. Esto es particularmente importante en el África subsahariana y Asia, donde la deficiencia de vitamina A es la principal causa de ceguera.

Además existe la posibilidad de procesar el camote para su incorporación indirecta en la dieta, bajo formas como jarabes azucarados, bebidas alcohólicas, colorantes para

alimentos, así como obtener enzimas y proteínas de la hoja. En la industria también es importante para la producción de almidón y alcohol.<sup>(11)</sup>

El Centro Internacional de La Papa (CIP) principal organización en el mundo, ubicada en Perú, encargada de la investigación científica y actividades relacionadas con la papa, el camote y otras raíces y tubérculos desde 1985. Descubrió que el camote, humilde tubérculo consumido por sectores pobres de Perú y famoso por su alto valor nutritivo, podría prevenir el cáncer de estómago, las enfermedades del hígado y retardar el envejecimiento.

El Centro Internacional de la Papa está explorando el potencial de cáncer evitando propiedades de camote de pulpa morada. Las antocianinas que dan cuenta de la pigmentación de color púrpura en esta variedad son antioxidantes de gran alcance y tienen una buena biodisponibilidad, lo que significa que son fácilmente absorbidos por el cuerpo humano. Nutricionistas en los EE.UU. están estudiando las posibles propiedades cancerígenas prevención de las antocianinas, que se encuentran presentes en el camote morado pulpa.

En el 2006 en el Perú, la mayor zona de producción de camote es el departamento de Lima en donde se concentra el 70% de la superficie cultivada; siendo las provincias de Huaral (800 Ha) y Cañete (3,00 Ha) las principales zonas productoras de camote, las cuales ofertan al mercado capitalino 120 mil toneladas métricas (TM) anuales. Los valles del norte chico Huacho, Barranca y Pativilca, poseen menor superficie de siembra (700 Ha) y aportan alrededor 12 mil TM para los mercados de Lima. Los valles costeros de Ancash, cultivan aproximadamente 1,500 hectáreas. En cambio, los valles costeros de los departamentos de Lambayeque y la Libertad registran una superficie de siembra de 2,300 Ha. En los valles de Ica y Arequipa cultivan 1000 Ha.<sup>(12)</sup>

En bioquímica se considera oxidación a todo proceso en el que ocurre pérdida de electrones, captación de oxígeno o una cesión de hidrógeno (deshidrogenación) y reducción a aquel otro en el cual se captan electrones o se pierden oxígenos. Todo proceso de oxidación va siempre acompañado de otros de reducción. Son reacciones de óxido-reducción o reacciones redox entre pares conjugados.<sup>(13)</sup>

En nuestro ambiente casi todo es oxidado por el oxígeno, tales como las grasas se vuelven rancias, el papel se amarillenta, la goma pierde su elasticidad, como la manzana cambia su coloración, etc.; pero estas mismas reacción de oxidación y reducción son importantes en la naturaleza ya que los seres vivos obtienen la mayor parte de su energía libre a partir de ellas como ejemplo en la fotosíntesis, el metabolismo aeróbico de los eucariotas y muchos procariotas tienen lugar un proceso inverso a la fotosíntesis, que permite almacenar la energía libre producida en la oxidación de los carbohidratos y de otros compuestos orgánicos, en forma de ATP.<sup>(14)</sup>

Es sorprendente que el oxígeno que es esencial para la vida, puede también ser fuente de enfermedad y/o muerte a través de una producción incontrolada de radicales libres de oxígeno que perjudican a las macromoléculas (lípidos, proteínas, carbohidratos y ácidos nucleídos) y alteran los procesos celulares. Un exceso de radicales libres rompen el equilibrio produciendo el llamado estrés oxidativo.

En contraposición a ello, es que existen los antioxidantes que son sustancias que disminuyen la generación de productos oxidados en un sistema de reacciones de radicales libres, estos se oponen a la acción del oxígeno y de ciertas especies oxidantes, independientemente de su mecanismo. El concepto se originó en la química orgánica, introducido por Moureaux hace más de setenta años, para describir el efecto de los polifenoles en la polimerización de la acroleína. Los polifenoles antioxidantes fueron luego extensamente utilizados en la síntesis industrial de polímeros por reacciones de radicales libres en cadena en los procesos de fabricación de caucho sintético y otros polímeros similares. El concepto y el uso de los antioxidantes pasaron luego, en las décadas del 40 y del 50, a la química de los productos alimenticios industrializados donde su uso constituye una práctica actual muy difundida.<sup>(15)</sup>

El sistema de defensa antioxidante está constituido por un grupo de sustancias que al estar presente en concentraciones bajas con respecto al sustrato oxidable, retrasan o previenen significativamente la oxidación de este. Como sustrato oxidable se pueden considerar casi todas las moléculas orgánicas o inorgánicas que se encuentran en las células vivas, como proteínas, lípidos, carbohidratos y las moléculas de ADN. Los antioxidantes impiden que otras moléculas se unan al oxígeno, al reaccionar-interactuar más rápido con los radicales libres del oxígeno y las especies reactivas del oxígeno que con el resto de las moléculas presentes, en un determinado microambiente –membrana

plasmática, citosol, núcleo o líquido extracelular. Los antioxidantes exógenos actúan como moléculas suicidas, ya que se oxidan al neutralizar al radical libre, por lo que la reposición de ellos debe ser continua, mediante la ingestión de los nutrientes que los contienen.

El consumo de vegetales y frutas ha sido asociado con una menor incidencia y mortalidad por diferentes enfermedades crónicas como el cáncer enfermedades cardiovasculares y cerebro vasculares. La protección que estas brindan ha sido atribuida a su alto contenido de antioxidantes.

La suplementación de la dieta con antioxidantes tiene sólidas bases científicas. El cuerpo humano funciona como una maquina química operando a temperatura y presión constantes que utiliza la oxidación de los alimentos con el oxígeno del aire para obtener la energía necesaria para su funcionamiento y movimiento. El oxígeno respirado, tomado en los pulmones y transportado a los tejidos por la hemoglobina de los eritrocitos, es utilizado en las mitocondrias intracelulares que acoplan la oxidación de sustratos a la producción de ATP (la forma intracelular de la energía química). <sup>(16)</sup>

Recientemente se han descubierto en algunos alimentos otros antioxidantes no nutrientes, los compuestos fenólicos. Algunas fuentes son los frijoles (isoflavonas), cítricos (flavonoides), cebolla (quercetina) y polifenoles (aceitunas). También se han encontrado algunos antioxidantes fenólicos en el café, vino tinto y té. Por esta razón, la forma de suplir los antioxidantes para proteger al organismo del efecto oxidativo producido por los radicales libres es el consumo de alimentos ricos en vitamina E, Vitamina C, carotenoides y otras sustancias que tienen función antioxidante, tales como los compuestos fenólicos. <sup>(17)</sup>

En conclusión, la actividad antioxidante está determinada por: 1) reactividad química del antioxidante, 2) capacidad del antioxidante para acceder hasta el sitio de reacción y 3) estabilidad de los productos formados después del proceso de estabilización de radicales libres. <sup>(18)</sup>

La necesidad de establecer métodos unificados para medir capacidad antioxidante quedó manifestada por el Primer Congreso Internacional sobre Métodos Antioxidantes llevado a cabo en Orlando, Florida, EUA en junio del año 2004. El propósito de esta reunión fue discutir acerca de la forma en la cual se determina la capacidad antioxidante de

alimentos, fitoterapéuticos, nutraceuticos y suplementos dietarios y proponer métodos analíticos que pudieran ser estandarizados como procedimientos de rutina, debido a que los métodos existentes presentan resultados inconsistentes, no existe equivalencias entre unos y otros y la interpretación de las conclusiones, en algunos casos, va más allá del alcance de los resultados. <sup>(19)</sup>

El argumento de esta propuesta se fundamenta en el auge cada vez más creciente en el tema de los antioxidantes. De hecho, se estima que el incremento en el número de publicaciones en esta área en los últimos 10 años fue de más del 340%, mientras que las publicaciones en las demás áreas incrementaron tan solo 39%. Esto está unido al incremento de productos con proclamas de efectos antioxidantes, lo cual impone la necesidad de tener métodos estandarizados que permitan: 1) dar una guía para una aplicación correcta del ensayo, 2) comparar entre alimentos o productos comerciales, 3) servir como una herramienta para el control de calidad, 4) proveer estándares para la regulación y las declaraciones de efectos en la salud. Pese a esto, hasta ahora, no existen métodos mundialmente unificados para medir capacidad antioxidante, en parte, debido a la disparidad de condiciones en las cuales se desarrollan estas metodologías, además de la complejidad de los sistemas y de la diversidad de matrices que necesitan ser evaluadas. <sup>(20)</sup>

Un método unificado para determinar capacidad antioxidante debería estar estandarizado y cumplir con los siguientes requisitos: 1) utilizar un radical biológicamente relevante, 2) ser un método simple, 3) utilizar un punto final definido y un mecanismo conocido, 4) emplear instrumentación fácilmente disponible, 5) tener buena reproducibilidad, 6) ser adaptable para medir antioxidantes lipofílicos/hidrofílicos y a diferentes radicales, 7) ser adaptable a formatos de tamizaje de alta capacidad para control de calidad de rutina en gran cantidad de muestras. Queda de manifiesto que ningún método reflejará por si solo la “capacidad antioxidante total” de una muestra, puesto que este parámetro deberá expresar la capacidad de antioxidantes lipofílicos e hidrofílicos, reflejar y diferenciar los diferentes mecanismos antioxidantes y evaluar la reactividad del antioxidante frente a diferentes especies reactivas. <sup>(21)</sup>

La protección que debemos tener para evitar el aumento de los radicales libres en nuestro organismo que aceleran la rapidez de envejecimiento y degeneración de las células de nuestro cuerpo es el consumo de antioxidantes. <sup>(21, 22)</sup>

Para el presente trabajo se considero a 2 tipos de radicales el radical hidróxilo (por ser el más dañino) y el radical superóxido (por ser el más abundante). La actividad antioxidante es un parámetro interesante para valorar la calidad dietética del producto en cuestión.

Se han propuesto diversos métodos para determinar la actividad antioxidante, los cuales se basan en su capacidad para captar radicales libres, tanto en fase orgánica como en fase acuosa, entre ellos se puede mencionar el uso del radical 2,2-difenil-1-picril hidracilo (test del DPPH $\cdot$ ), del radical ABTS $\cdot$  (test del status antioxidante total), la reacción de peroxidación del linoleato, (test LH/LUV), la reacción con el óxido nitroso (test NO) y el usado en el presente trabajo el Sistema Ascorbato/Cu – II (Radical Hidroxilo) y el Sistema PMS/NBT/NADH (radical superoxido). <sup>(22)</sup>

Cabe resaltar que la elección de método podría estar influenciada por la naturaleza del alimento por evaluar.

Es posible que cuando se disponga de métodos más precisos para la medición del estrés oxidativo, éste se podrá utilizar en la práctica clínica como un factor de riesgo para una gran cantidad de enfermedades en las que este estrés oxidativo está implicado en su proceso patogénico, como son el envejecimiento, aterosclerosis, neoplasias, diabetes mellitus, hipertensión arterial, insuficiencia renal, cirrosis, mecanismo de algunos tóxicos entre otros muchos procesos. En estos casos un estilo de vida con actividad física regular y una dieta rica (dieta mediterránea) o suplementada con antioxidantes puede detener o enlentecer los procesos patológicos desencadenados por el estrés oxidativo.

Se han encontrado algunos estudios relacionados con el presente estudio:

En el estudio de Delgado Olivares, Luis; Betanzos Cabrera, Gabriel; Sumaya Martínez, María Teresa Sumaya Martínez, sobre la Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo; que tuvo como finalidad el de exponer en forma clara y sencilla los efectos del estrés oxidativo sobre el deterioro celular, así como la importancia de los antioxidantes dietarios sobre la reducción de dicho estrés. La conclusión a la que llegaron los autores fue:



*“Los efectos nocivos del estrés oxidativo, sobre la salud humana, pueden ser reducidos a través de la ingesta de antioxidantes dietarios, presentes en diversos alimentos, principalmente las frutas y verduras. Logrando además un aumento en la esperanza y calidad de vida de las personas.”<sup>(23)</sup>*

En la Revista Anales de Medicina Interna, en un estudio de Elejal de Guerra JI. Titulado Estrés oxidativo, enfermedades y tratamientos antioxidantes; en esta revisión de estudios sobre el tema, el autor en resumen menciona lo siguiente:

*“que los radicales libres y el estrés oxidativo que provocan están claramente involucrados en la etiopatogenia de diversas enfermedades... como la arterioesclerosis, el cáncer, la hipertensión arterial etc. La recomendación de un estilo de vida sano con ejercicio regular y una dieta basada en los productos de la dieta mediterránea (ricos en antioxidantes) parece eficaz para prolongar la supervivencia y reducir ciertas patologías...”<sup>(24)</sup>*

En un estudio de Ángel Gutiérrez Zavala y colaboradores de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas de México titulado Capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas, México, cuyo objetivo fue evaluar la capacidad antioxidante total de 24 alimentos convencionales y nueve propios de la región del Estado de Chiapas. En la cual los autores en su discusión mencionan lo siguiente:

*“La capacidad antioxidante de un alimento depende de la naturaleza y concentración de los antioxidantes naturales presentes en él. El contenido de los principales antioxidantes en los alimentos varía de un alimento a otro, dentro del mismo grupo como el de frutas y vegetales.*

*Con estos resultados, se espera contribuir a diseminar la importancia de ingerir aquellos alimentos que por su capacidad antioxidante protegen al organismo de la acción de los radicales libres, causantes de los procesos de envejecimiento y de algunas enfermedades.”<sup>(25)</sup>*

En un estudio publicado por el Cuerpo académico Salud Pública y Nutrición de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, cuyos autores fueron Lisbet Argüelles Martínez, Iván Hernández Ramírez, Daniel Méndez Iturbide y Pablo Méndez Hernández, titulado

“Evaluación de la capacidad antioxidante de alimentos preparados y bebidas típicas del estado de Tlaxcala”, cuyo objetivo fue evaluar la capacidad antioxidante de preparaciones de Tlaxcala, en el estudio nos mencionan lo siguiente:

*“En este estudio las preparaciones que se destacaron con un mayor porcentaje de reducción, lo cual indica que tienen una alta capacidad antioxidante (>70%), son el camote en dulce,....*

*Es necesario mantener y/o rescatar estas preparaciones tradicionales. Con estos resultados se espera contribuir a diseminar la importancia de promover su consumo, ya que su capacidad antioxidante protege al organismo de la acción de los radicales libres causantes de algunas enfermedades como diabetes mellitus, hipertensión y algunos tipos de cáncer. Se propone fomentar consumo de vegetales silvestres locales empleando técnicas culinarias como el asado, cocción en medios acuosos y fermentación.”* <sup>(26)</sup>

En un estudio publicado por la Rev soc Quim Perú, cuyos autores fueron Ritva Repo de Carrasco y Christian Rene Encina Zelada; titulado “Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de cereales andinos: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*), en dicho estudio se menciona lo siguiente:

*“De los resultados obtenidos se puede observar que las variedades que presentaron un mayor contenido de compuestos fenólicos totales fueron los de coloración morada. De igual forma, al analizar cuatro variedades de camote (blanca, amarilla, naranja y morada) encontraron un mayor contenido en la variedad morada; sin embargo, otros investigadores observaron en diferentes cultivos de camote que una variedad que no contenía antocianinas presentó un nivel mayor de fenoles totales comparada con la variedad morada...*

*Por los resultados encontrados podemos indicar que todas las variedades de quinoa, kañiwa y los de kiwicha tienen una alta capacidad antioxidante al ser comparados con otros alimentos, como la mora (1784 µg trolox/g), el maíz morado (4720 µg trolox/g) y el camote morado (3167 µg trolox/g), entre otros. De esta forma se aporta con importante información sobre los cereales andinos nativos del*

*Perú, y en especial con el creciente interés sobre los antioxidantes naturales por sus conocidos efectos contra los radicales libres, causantes de problemas de cáncer y enfermedades cardiovasculares, ambas enfermedades causantes de una elevada mortalidad mundial.”<sup>(27)</sup>*

Por los antecedentes revisados podemos concluir que existen estudios relacionados parcialmente al tema, el cual me ha permitido colegir sobre la importancia de realizar el presente estudio para contribuir en la adopción de conocimientos sobre la capacidad antioxidante específicamente del camote, que es un alimento poco estudiado y con un gran valor nutritivo.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos**

#### **2.1.1 Objetivo General**

Determinar la capacidad antioxidante del extracto acuoso de camote en tres variedades (amarillo, naranja y morado) en presencia de sistemas generadores de radicales libres.

#### **2.1.2 Objetivos específicos**

- Determinar la capacidad antioxidante del extracto acuoso de camote en tres variedades de camote (amarillo, naranja y morado) en presencia del sistema generador de radicales hidróxilo.
- Determinar la capacidad antioxidante del extracto acuoso de camote en tres variedades de camote (amarillo, naranja y morado) en presencia del sistema generador de radicales superóxido.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

Esta Tesis se ejecutó en el “Laboratorio de Bioquímica Clínica y Nutricional” del CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE BIOQUÍMICA Y NUTRICIÓN de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos con el Financiamiento del TERCER CONCURSO DE PROYECTOS DE ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE MEDICINA – UNMSM - 2005.

#### **3.1 MATERIALES**

##### **3.1.1 Reactivos**

Se utilizaron los siguientes reactivos. Para la preparación del sistema de radicales hidroxilos se utilizó: Tampón fosfato 50 mM, pH 7,4 desoxirribosa 2 mM , ascorbato 2 mM, Cu-II 0,02, TCA (ácido tricloroacético) al 10% y 1 ml TBA (ácido tiobarbitúrico), al 1% y para la generación del sistema de radicales superóxido se utilizó Tampón fosfato de potasio 50 mM pH 7,4, Fenazina metasulfato 12mM, nitro blue tetrazolio 25 mM, NADH 150 mM todos fueron adquiridos de Sigma Aldrich (Dorset UK).

##### **3.1.2 Material biológico**

Los camotes fueron obtenidos por conveniencia, tomando en cuenta características organolépticas que indicaron que el producto se encontraba fresco al natural; fueron adquiridas el mismo día de la preparación de las muestras, en el Mercado “Los Precursores” del Distrito de Santa Anita de la Ciudad de Lima, provenientes de la Costa del Perú.

##### **3.1.3 Equipo**

Para la medición de la absorbancia se utilizó un Espectrofotómetro marca Gilford, modelo 240.

## 3.2 MÉTODOS

### 3.2.1 Tipo de estudio

Descriptivo, observacional, prospectivo.

### 3.2.2 Población

Tres variedades tipo amarillo, naranja y morado de camote; considerando el estado de maduración que no estén deshidratadas o arrugadas y que no tengan daños mecánicos.

### 3.2.3 Muestra biológica

Tres variedades: amarillo, naranja y morado de *Ipomoea Batata* (Camote)

### 3.2.4 Unidad de análisis

Extracto acuoso de cada una de las variedades (amarillo, naranja y morado) de camote.

### 3.2.5 Variable de estudio

Capacidad Antioxidante: capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa de los radicales libres. <sup>(28)</sup>

### 3.2.6 Indicadores y puntos de corte

#### Indicador:

ml de concentración del extracto acuoso de camote en sus tres variedades.

#### Puntos de corte

- 10 mL de extracto acuoso de las tres variedades de camote
- 20 mL de extracto acuoso de las tres variedades de camote
- 30 mL de extracto acuoso de las tres variedades de camote
- 40 mL de extracto acuoso de las tres variedades de camote

#### Indicador:

Porcentaje de inhibición de la formación de radicales libres.

#### Puntos de corte

- Sistema Ascorbato/Cu – II (Radical Hidroxilo)
- Sistema PMS/NBT/NADH (Radical superoxido)

### **3.2.7 Preparación de la muestra biológica**

De cada una de las variedades se escogió una unidad al azar, las tres unidades fueron homogenizadas con agua destilada en una proporción de 1 a 4, luego se filtraron para que después cada uno de los homogenizados sean centrifugados a 1200 rpm durante 30 minutos, finalmente se extrajo el sobrenadante de cada una de las tres variedades, los cuales se utilizaron para las diferentes evaluaciones.

### **3.2.8 Determinación de la capacidad antioxidante**

#### **Medio de reacción para radicales hidroxilo – Sistema Ascorbato/Cu – II**

El medio de reacción básico para la generación de radicales hidroxilo tuvo la siguiente composición: Tampón fosfato 50 mM, pH 7,4 desoxirribosa 2 mM, ascorbato 2 mM, Cu-II 0,02, agua destilada y la muestra de camote a la concentración deseada. Se incubo en baño maría a 37°C durante 30 minutos a cuyo término se le adiciono 1 ml de TCA (ácido tricloroacético) al 10% y 1 mL TBA (ácido tiobarbiturico) al 1%. Finalmente el sobrenadante se sometió a ebullición durante 15 minutos, luego se tuvo que esperar que el medio de reacción se enfrié y se tomo la lectura a 532 nm en un espectrofotómetro Pye Unicam habiéndose preparado paralelamente los blancos reactivos (reactivo sin muestra).

#### **Medio de reacción para radicales superoxido – Sistema PMS/NBT/NADH**

Para la generación de radicales superoxido se utilizo el siguiente sistema tampón: Tampón fosfato de potasio 50 mM pH 7,4, Fenazina metasulfato 12mM, nitro blue tetrazolio 25 mM, NADH 150 mM y muestra de camote a una determinada concentración. Se dejo en reposo durante 5 minutos a cuyo término se leyó a 560 nm en un espectrofotómetro Pye Unicam habiéndose preparado previamente los blancos reactivos.

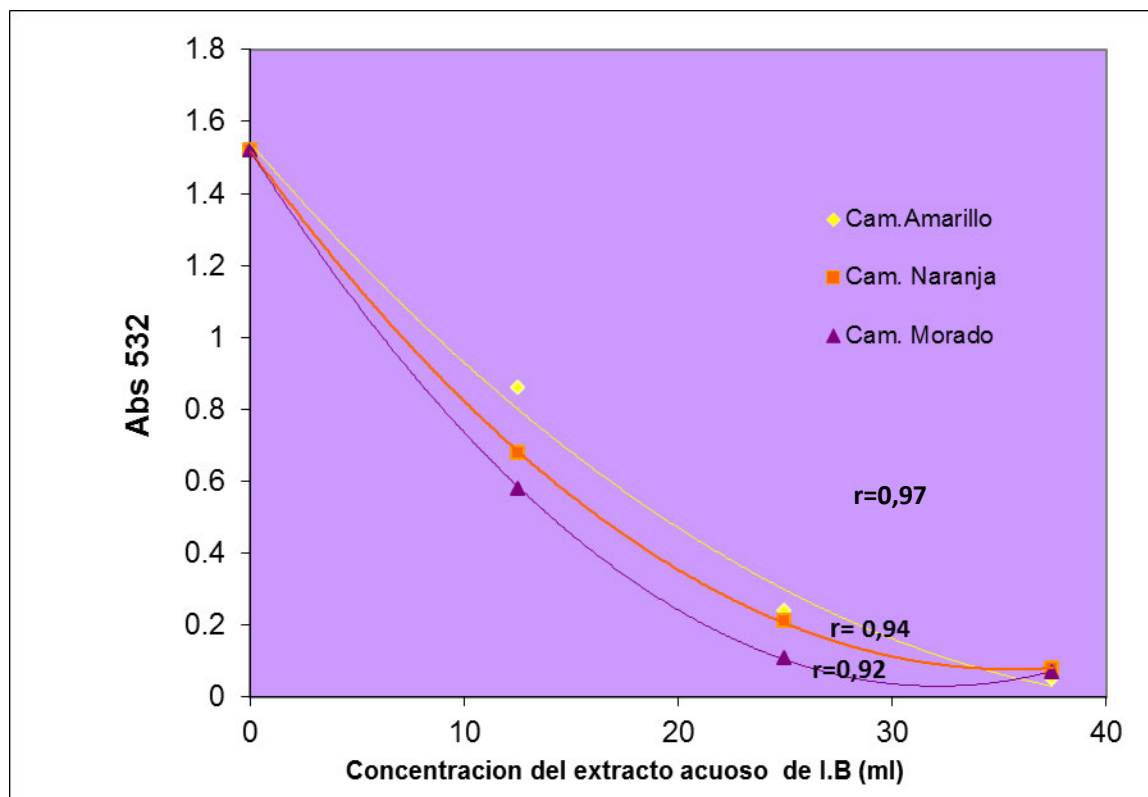
### **3.2.9 Análisis de datos.**

Para evaluar la capacidad antioxidante en comparación con su concentración se utilizó el coeficiente de correlación lineal de Pearson (r) con un  $\alpha < 0,05$  el que fue analizado mediante el programa Excel 2010.

## IV. RESULTADOS

Durante la formación de **radicales hidroxilo** se obtuvo un control de 1,52 nm de absorbancia, lo que equivale al mayor nivel de producción de malonaldehído. A una concentración de 25 mL de extracto acuoso de camote en sus tres variedades se logró disminuir la formación de radicales hidroxilo (Graf.1) obteniéndose absorbancias de 0,24, 0,21, 0,11 en las variedades amarillo, morado y naranja respectivamente.

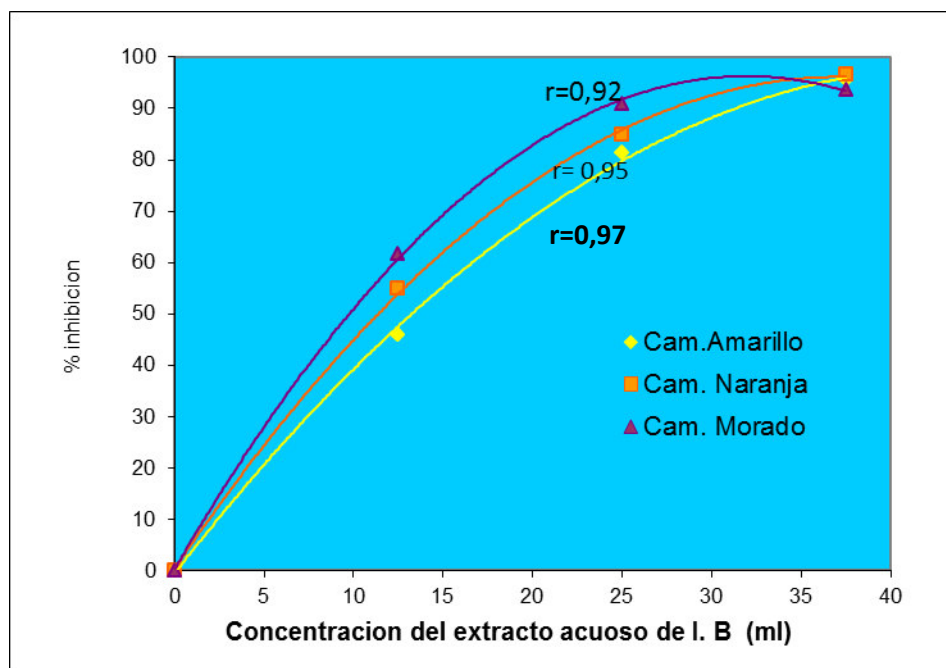
En el gráfico N° 1 se aprecia una disminución marcada de la formación de radicales hidroxilo con las muestras de la variedad naranja y morada entonces esto quiere decir que si se forma menos radicales libres a esta concentración hay mayor capacidad antioxidante.



**Grafico N° 1:** Capacidad antioxidante del extracto acuoso de tres variedades de camote (*Ipomoea Batata*) frente al sistema generador de radicales Hidroxilo: Ascorbato / Cu - II

El porcentaje de inhibición de radicales libres es un importante indicador para evaluar la capacidad antioxidante. En el gráfico N°2 se observa que a mayor concentración de camote mayor es el porcentaje de inhibición de formación de radicales hidroxilo.

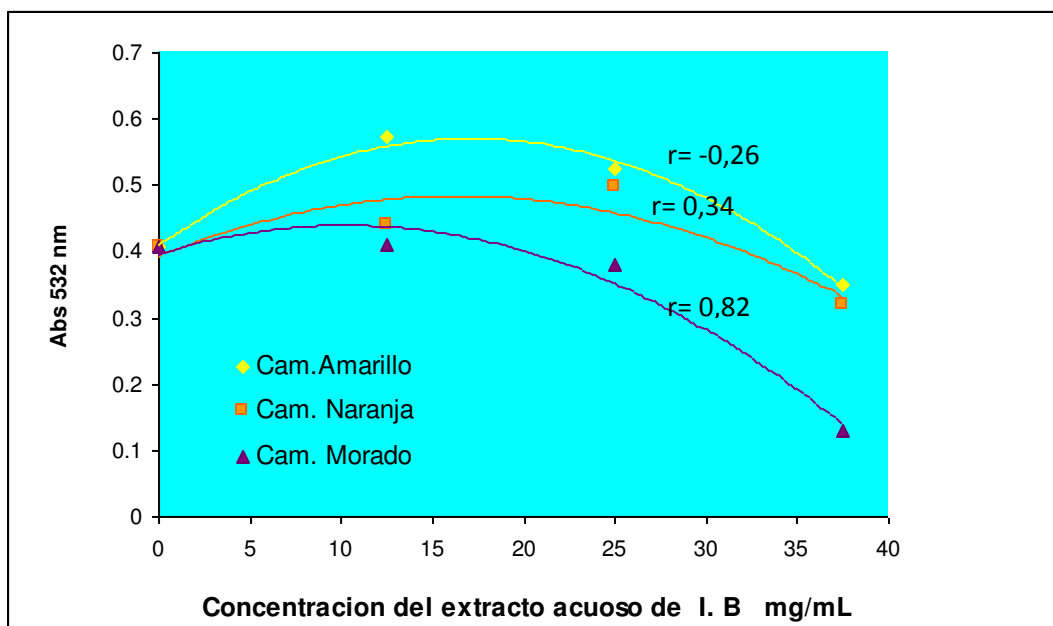




**Grafico N° 2:** Porcentaje de inhibición del extracto acuoso de tres variedades de camote (*Ipomoea Batata*) frente al sistema generador de radicales hidroxilo: Ascorbato – Cu II

A una concentración de 25 mL se obtuvo un porcentaje de inhibición de 81,4%, 84,8% y 90,8% en las variedades amarillo, naranja y morado respectivamente. Evidenciando finalmente que la menor capacidad antioxidante frente a un sistema de radicales hidroxilo la tuvo la variedad de *Ipomoea Batata* amarilla mientras que las otras dos variedades tienen valores muy cercanos.

Durante la formación de **radicales superóxido** se obtuvo un control de 0,40 lo que equivale al mayor nivel de producción de radicales. Al observar el gráfico se identificó que a concentraciones como 12,5 mL y 25 mL se obtuvo valores por encima del control en las variedades naranja y amarilla 0,57nm, 0,44nm y 0,520nm, 0,49 nm respectivamente. (Graf.Nº3).



**Gráfico N 3:** Capacidad antioxidante del extracto acuoso de tres variedades de camote (*Ipomoea Batata*) frente al sistema generador de radicales superóxido: PMS/NBT/NADH

Sin embargo la variedad *Ipomoea Batata* morada arrojó valores inferiores al control en las concentraciones anteriores demostrando su capacidad antioxidante frente a los radicales superóxido. Se observó que a una mayor concentración los valores de formación de radicales fueron disminuyendo hasta llegar a la saturación. Es así que a una concentración de 37,5 mL de extracto acuoso de camote morado obtuvo un valor de 0,13nm.

Respecto al porcentaje de inhibición se observó que la concentración está directamente relacionada con la capacidad antioxidante ya que recién a una concentración de 37,5 mL de extracto acuoso de camote el porcentaje de inhibición en las variedades de amarilla y naranja fue de un 12,3% y 21% respectivamente. En inferiores cantidades el porcentaje fue inferior a cero actuando como un prooxidante. Sin embargo la variedad de *Ipomoea Batata* morada en sus tres concentraciones inhibió la formación de radicales superóxido. Dando un porcentaje de inhibición de 68% a una concentración de 37,5 mL. (Graf.Nº4).

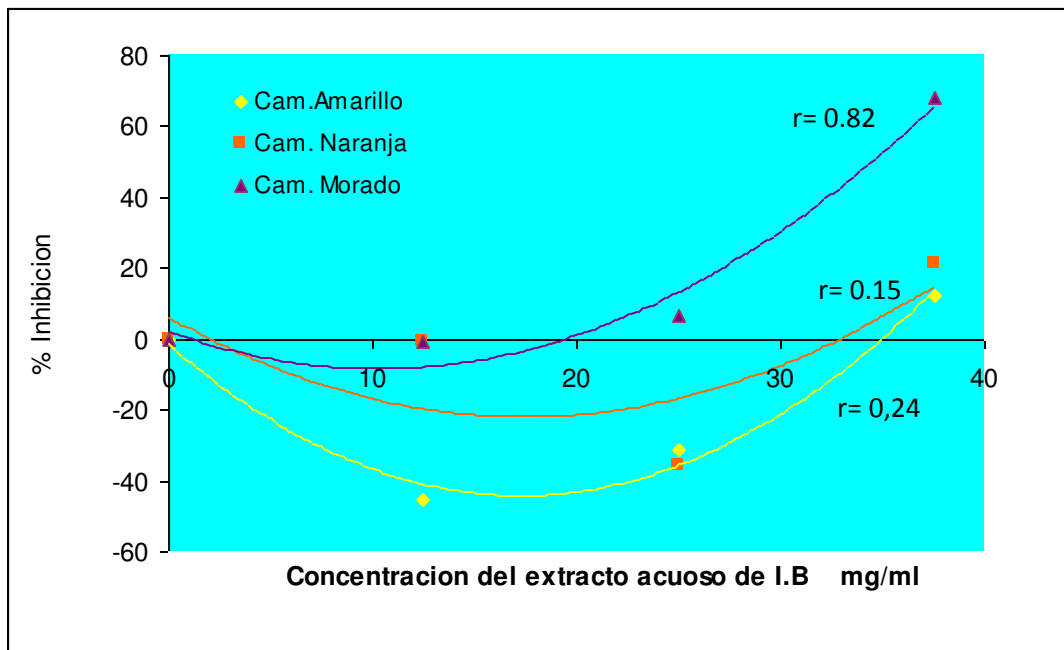


Gráfico Nº 4: % de inhibición del extracto acuoso de tres variedades de camote (*Ipomoea Batata*) frente al sistema generador de radicales superóxido: PMS/NBT/NADH

## V. DISCUSIÓN

Es ampliamente conocido el aporte de vitaminas y minerales que contienen las frutas y verduras, es por esto que la variedad de estudios sugieren que el consumo de frutas y verduras está asociado a una menor incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles y envejecimiento.

La *Ipomoea Batata* (camote) tiene dentro de su composición vitamina A en forma de beta caroteno (500 UI) así como vitamina C (23 mcg) ambas sustancias reconocidas por su papel como importantes antioxidantes.

Existe una variedad de métodos para medir la capacidad antioxidante de una muestra biológica; en el presente trabajo se ha utilizado el sistema generador de radicales libres constituido por Ascorbato/Cu-II, que a pH 7,4 forma radicales hidroxilo. Se utilizó este método con la finalidad de observar la capacidad antioxidante de la *Ipomoea Batata* la cual a mayor concentración la densidad óptica variaba esto reflejaría la capacidad antioxidante de la muestra analizada, así también se observaba una diferencia del color en comparación con el blanco reactivo (morado intenso), a medida que la concentración aumentaba el color iba aclarándose.

La remoción del radical hidroxilo es de extrema importancia para las células, la evaluación de cuatro variedades *Flammulina velutipes*, conocida como Enoki, seta de origen japonés, permitió observar que a concentraciones entre 0,1 y 1,2 mg/mL inhiben entre 28,10 y 74,2%.<sup>(29)</sup>

La capacidad antioxidante está relacionada con la concentración de la muestra. En el presente trabajo se evaluó tres variedades de *Ipomoea Batata* las cuales obtuvieron una menor formación de radicales tanto superóxido como hidroxilo a medida que aumentaba la concentración del extracto. Al comparar las tres variedades se observó que a una misma concentración (25 mL) de camote la variedad I.B morada obtuvo un mayor porcentaje de inhibición de radicales hidroxilo en 90.8 % frente a porcentajes de 81.4% y 84.8% en las variedades amarilla y naranja respectivamente.

La evaluación de la actividad antioxidante del pepino ( *Solanum muricatum aiton* ) frente al radical hidroxilo muestra que este alimento a una concentración de 0,2 mg/mL ejerce una inhibición de 46,46 %, mientras que cuando la concentración se eleva a 1,0 mg/mL inhibe 89,63%, habiendo mostrado un valor de IC 50 de 0,23 mg/ml. <sup>(30)</sup>

Respecto al radical superoxido se observo que solo la mayor concentración (37.5 mL) logró disminuir la formación de radicales superoxido, presentando una mayor capacidad antioxidante la variedad de *Ipomoea Batata* morada alcanzando porcentaje de inhibición de radicales de 62% frente a porcentajes de 12.3 % y 21.2% en las variedades amarilla y naranja respectivamente.

Ping Chung y Mei Chi observaron que los compuesto solubles en etanol de las semillas de Sesamo mostraron una eficiente acción antioxidante frente al anión superoxido, comparable con el hidroxi butil tolueno, que es un antioxidante sintético que se utiliza a manera de comparación. <sup>(31)</sup>

Estudios similares como el publicado en el año 2009 por Palomino y Guija<sup>(32)</sup>, utilizan el sistema generador de radicales hidroxilo para evaluar la capacidad antioxidante de la guayaba, concluyendo que la variedad amarilla de la citada fruta disminuyo la formación de radicales hidroxilo generados por el sistema ascorbato/Cu II, efecto que es dependiente de la concentración de la fruta.

Otro estudio en el que se evaluó la capacidad antioxidante de una raíz, fue el publicado por Arnao y col<sup>(33)</sup> en el año 2012, cuyos autores evaluaron la capacidad antioxidante de los extractos acuosos de la raíz y las hojas de *Smallanthus sonchifolius* (yacón), mediante la prueba de DPPH (1,1-Difenil-2-picrilhidracilo), según el método de Brand-Willians expresado como IC50 (µg de materia extraíble/ml). Este valor corresponde a la concentración del extracto que reduce en un 50% la absorbancia de una solución metanólica de DPPH a 517 nm con una absorbancia inicial de 0,600

Muñoz y Ramos en el año 2007 <sup>(34)</sup>evaluaron la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos la parte comestible del aguaymanto, carambola, tomate de árbol, yacón, tumbo costeño, tumbo serrano, noni, camu-camu y guinda, siendo la capacidad antioxidante determinada por dos métodos: usando ABTS y el método DPPH de este estudio se concluye “que entre los frutos promisorios estudiados poseen actividad

antioxidante *muy elevada* el camu-camu y el tumbo serrano; *elevada* la guinda, el noni y el yacón; *moderada* la carambola, el aguaymanto y el tomate de árbol y *baja* el tumbo costeño. Existe una correlación directa entre los valores TEAC y VCEAC y los valores de compuestos fenólicos totales, lo que explica que las frutas de mayor poder antioxidante”.

Un estudio realizado en el año 2004<sup>35</sup>, en el que se evaluó la actividad antioxidante de la *Ipomoea Batata* en sus diferentes partes, hojas y venas o parte fibrosa central, determino que la cantidad más alta de los compuestos fenólicos totales y flavonoides se encontraba en el extracto de etanol de la vena. En el método colorimétrico DPPH, se encontró que el extracto acuoso de la hoja tenía la actividad antioxidante más alta en la captación de los radicales, seguido por el extracto de agua de la vena.

Gorriti y col <sup>36</sup> en el año 2009 concluyeron que la actividad antioxidante de las corontas de maíz morado, expresada como porcentaje de DPPH remanente en solución, se debe principalmente a los compuestos fenólicos presentes en solución, estando en concordancia con lo informado en literatura.

Dentro de las limitantes del presente trabajo se puede mencionar la importancia que tendría el incluir la variable de temperatura en la muestra biológica, considerando la forma en como se consume el camote. Así mismo es importante resaltar que la variedad de métodos para evaluar capacidad antioxidante ha ido variando y aumentando en los últimos cinco años, desde que se realizó la presente tesis.

Es preciso resaltar que las otras concentraciones utilizadas en el experimento también poseían capacidad antioxidante en los sistemas utilizados. Así también se observó que las tres variedades de *Ipomoea Batata* poseen una mayor acción antioxidante frente a radicales hidroxilos ampliamente conocidos por ser los más dañinos para el organismo humano.

## VI. CONCLUSIONES

1. La capacidad antioxidante del camote de la variedad amarillo en presencia del sistema generador de radicales hidróxilo fue aumentando a medida que su concentración era mayor, alcanzando una inhibición de la formación de malonaldehído de 81.4% a una concentración de 25 mL de extracto acuoso. Adicionalmente la capacidad antioxidante del camote alcanzó una inhibición de la formación de malonaldehído de 84.8% a una concentración de 25mL de extracto acuoso.
2. La capacidad antioxidante del camote de la variedad morado en presencia del sistema generador de radicales hidróxilo fue aumentando a medida que su concentración era mayor, alcanzando una inhibición de la formación de malonaldehído de 90% a una concentración de 25mg/ml
3. El camote de las variedades amarilla y naranja en presencia del sistema generador de radicales superóxido no demostró tener capacidad antioxidante a ninguna de las concentraciones analizadas. Sin embargo la variedad morada fue la única cuya capacidad antioxidante alcanzó un porcentaje de inhibición de 68% a una concentración de 37.5 mL de extracto acuoso.
4. El presente trabajo concluye que el extracto acuoso de tres variedades de *Ipomoea Batata* (camote) Amarillo, naranja y morado contienen una poderosa acción antioxidante frente a sistemas generadores de radicales hidroxilo y la variedad morada frente al sistema generador de radicales superóxido

## VII. RECOMENDACIONES

- El presente estudio representa una base científica para futuros estudios acerca de la capacidad antioxidante de la *Ipomoea Batata*. Se recomienda determinar cuál es la sustancia(s) que hacen posible esta acción así como los mecanismos que podrían estar asociados a sus efectos.
- Se recomienda el estudio de la capacidad antioxidante en otros alimentos, ante al actual incremento de la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) asociadas a inadecuados hábitos alimenticios.
- Se sugiere introducir variables como la temperatura de cocción para futuros estudios de la capacidad antioxidante de la *Ipomoea Batata* (camote)



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Lima Hernández LB. Estrés oxidativo y antioxidantes: Actualidades sobre los antioxidantes en los alimentos, Asociación mexicana de ozonoterapia. Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Sinaloa; 2008.
- 2.- Organización Mundial de la Salud. Reporte sobre Enfermedades no Transmisibles: Perfiles de países; 2011. Disponible en [http://www.who.int/nmh/countries/per\\_es.pdf?ua=1](http://www.who.int/nmh/countries/per_es.pdf?ua=1)
- 3.- Caragay AB, et al. Cancer-preventive foods and ingredients. Food Technol 2002; 46: 65-68.
- 4.- Ruiz Ramírez J. Importancia de la investigación. Rev. cient. (Maracaibo) 2010; 20 (2): 1-2
- 5.- National Center for Biotechnology Information. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?id=368086>
- 6.- Huamán Z. Systematic botany and morphology of the Sweetpotato plant. Technical Information 1992; (Bulletin 25) pp.2 -6.
- 7.- Austin D.F. The taxonomy, evolution and genetic diversity of sweetpotatoes and related wild species. En: Gregory P. (ed.) Exploration, maintenance, and utilization of sweetpotato genetic resources. CIP, Lima, Perú.; 1988. pp. 27-60.
8. - Zhang D.P., Ghislain M., Huamán Z., Cervantes J., Carey E. AFLP assessment of sweetpotato genetic diversity in four tropical american regions. CIP 1998 (Program Report 1997-1998) Lima, Perú; 1998 pp. 303-310.
- 9.- International Potato Center. Disponible en <http://cipotato.org/es/>
- 10.- United States Department of Agriculture – National Agricultural Library – USDA. Disponible en [http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut\\_search.pl](http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut_search.pl)

- 11.- Yañez A. Aislamiento y caracterización de marcadores moleculares microsatélites a partir de la construcción de librerías genómicas enriquecidas de camote (*Ipomoea Batatas* (L) Lam) [tesis para obtener título de biología con mención en genética]. Lima – Perú; 2002
- 12.- Instituto Nacional de Innovación Agraria. Disponible en <http://www.inia.gob.pe/>
- 13.- Chang R. Reacciones químicas. En: Química. 4ª ed. Mc Graw-Hill Interamericana; 1992; 104-117.
14. Elejalde Guerra JI. Oxidación, entre la vida y la enfermedad. An Med Interna (Madrid) 2001; 18: 1-4.
- 15.- Venereo G. Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. Rev Cubana Med Milit 2002; 31(2):126-133
- 16.- Pineda D. Capacidad antioxidante y potencial de sinergismo entre los principales constituyentes antioxidantes de algunos alimentos. Rev Cubana Aliment Nutr 1999; 13(2):104-110.
- 17.- Avello M, Suwalsky M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. Atenea 494; II Sem. 2006: 161 – 172.
- 18.- Londoño J. Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad Capítulo 3, ed. Corporación Universitaria Lasallista. [Publicado 29-mar-2012] Disponible en <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/handle/10567/133>
- 19.- Maguiña Vargas C. La medicina científica occidental, otras alternativas y las plantas medicinales: Una nueva visión, Diagnostico 2002; 41(1). Disponible en <http://www.fihu-diagnostico.org.pe/revista/numeros/2002/enefeb02/37-41.html>
- 20.- Tejero E. Radicales Libres y antioxidantes. Revista Cuadernos de nutrición. 1994; 17 (3): 21-28.

- 21.- Organización Panamericana de la Salud .Conocimientos actuales en Nutrición. 8va ed. 2003
- 22.- Ballester M. Antioxidantes, radicales libres y salud. Un enfoque químico-orgánico físico Medicina Clínica (Barcelona). Med Clin 1996; 107: 509-515
- 23.- Delgado O L, Betanzos CG, Sumaya M, Sumaya MT. Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal 2010; (50):10-15. Disponible en [http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icsa/LI\\_NutriMole/Gabriel\\_Bet/importancia.pdf](http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icsa/LI_NutriMole/Gabriel_Bet/importancia.pdf)
- 24.- Elejalde Guerra JI. Estrés oxidativo, enfermedades y tratamientos antioxidantes. An Med Interna (Madrid) 2001; 18 (6):326-335.
- 25.- Gutiérrez ZA, Ledesma RL, García GI, Grajales CO. Capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas, México. Rev Cubana Salud Pública 2007; 33(1): 1-7
- 26.- Argüelles ML, Hernández RI, Méndez ID, Méndez HP. Evaluación de la capacidad antioxidante de alimentos preparados y bebidas típicas del estado de Tlaxcala. Cuerpo académico Salud Pública y Nutrición de la Universidad Autónoma de Tlaxcala. Recibido: 25/11/2010 - Aceptado: 21/01/2011. Disponible en [http://www.uv.mx/rm/num\\_anteriores/revmedica\\_vol11\\_num1/articulos/evaluacion.pdf](http://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol11_num1/articulos/evaluacion.pdf).
- 27.- Repo DC, Encina Z.; Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de cereales andinos: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Kañiwa (*chenopodium pallidicaule*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Rev Soc Quim Perú 2008; 74 (2): 85 – 99
- 28.-Paladino SC, Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos contenidos en las semillas de la vid (*Vitis vinifera* L.). Tesis para obtener el grado de magister, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina 2008
- 29.- Zunfa Zhang,, Quali J, Comparative study on antioxidant activity of four varieties of *Flammulina velutipes* with different colour, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2012, 48,(2)

- 30.- G Sudra, M, Sanghetta ; In vitro free radical scavenging activity of raw pepino fruit (*Solanum muricatum* aiton) ,International Journal of Current Pharmaceutical Research, 2011, 3 (2)
- 31.- Ping Chung K, Mei Chi L, Identification of Methanol-Soluble Compounds in Sesame and Evaluation of Antioxidant Potential of Its Lignans,Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2011, 59 (7),
- 32.- Palomino M, Guija E, Propiedades antioxidantes de la guayaba. Revista de la Sociedad Química del Perú, 2009, 75(2).
- 33.- Arnao I, Suarez S, Cisneros R, Trabuco J; Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos acuosos de la raíz y las hojas de *Smallanthus sonchifolius* (yacón), Revista de la Sociedad Química del Perú, 2012, 78(2).
- 34.- Muñoz A, Ramos F, Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios, Revista de la Sociedad Química del Perú, 2007, 73(3).
35. - Dong-Jiann H. Antioxidant and antiproliferative activities of sweet potato (*Ipomoea batatas*). Bot. Bull. Acad. Sin. (2004) 45: 179-186